

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG, Kommission KV

Titel der Tagung: Erd-Reich und Boden-Landschaften

Veranstalter: DBG / BGS

Termin und Ort der Tagung: 24.–29. August 2019, Bern

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation) <http://www.dbges.de>

Neue Schätzwerte bodenphysikalischer Kenngrößen von Substrat-Horizont-Gruppen (SHG)

Winfried Riek^{1,2}, Alexander Russ², Klaus-Jörg Hartmann³

Zusammenfassung

Für verschiedene Kombinationen aus Bodenausgangssubstraten und Bodenhorizonten (Substrat-Horizont-Gruppen) werden Kennwerte des Wasser- und Lufthaushaltes für Böden aus Lockergesteinen abgeleitet. Grundlage der hierzu durchgeführten statistischen Analysen bildet der von Dehner et al. (2015) beschriebene bodenphysikalische Datenbestand der Geologischen Dienste von Bund und Ländern.

Die Vorhersagegüte des substrat-horizontspezifischen Ansatzes liegt in derselben Größenordnung wie diejenige herkömmlicher Pedotransferfunktionen (Renger et al., 2009). Die abgeleiteten Schätzgrößen zum Wasser- und Lufthaushalt lassen sich insbesondere bei der Erstellung bodenhydrologischer Themenkarten, der Wasserhaushaltmodellierung sowie bei der Schätzung bodenphysikalischer Kenngrößen aus den

Legendeninhalten bodenkundlicher und geowissenschaftlicher Karten einsetzen.

Fragestellung

Die Beschreibung des Wasser- und Lufthaushalts von Böden erfolgt üblicherweise anhand der Kennwerte Feldkapazität (FK), nutzbare Feldkapazität (nFK) und Luftkapazität (LK). Gegenstand der hier präsentierten Studie ist die Ableitung dieser Kenngrößen aus einfach zu erhebenden Bodeneigenschaften unter besonderer Berücksichtigung der Pedo- und Geogenese. Die Untersuchungen beziehen sich auf Böden aus Lockersedimenten des Tieflands. Zielgrößen der statistischen Analysen sind folgende Stützstellen der pF-Kurve: Wassergehalt bei pF 4,2 (Totwassergehalt = TW), Wassergehalt bei pF 2,5 bzw. pF 1,8 (Feldkapazität = FK25 bzw. FK18; analog Luftkapazität = LK18 bzw. LK25) sowie Gesamtporenvolumen (FK+LK = GPV).

Material und Methoden

Grundlage für die Ermittlung adäquater Pedotransferfunktionen bildet die von Dehner et al. (2015) beschriebene bundeseinheitliche bodenphysikalische Datenbank, die für diese Auswertung bereitgestellt wurde. Diese Datenbank enthält neben Kenngrößen der Wasserbindung und weiteren bodenanalytischen Kennwerten auch Angaben zur Boden- und Geogenese, wie Horizontsymbole, Bodenausgangssubstrat und Substratgenese.

Auf der Basis von fast 18.000 Datensätzen wurden für insgesamt 1.320 verschiedene Stratenbildungen (SHG = Kombinationen aus Substrat/Ausgangsgestein und Horizonten) statistische Verteilungsparameter der o.g. Zielgrößen berechnet. Die Mediane dieser Straten bildeten die Basis für weitere Aggregationen. Mit Hilfe von hierarchischen Clusterverfahren wurden hinsichtlich ihrer bodenphysikalischen Kennwerte ähnliche Horizonte innerhalb der ausgewerteten Substratgruppen zusammengefasst. Zudem gingen die Stufen der Trockenrohdichte im Unterboden bzw. des Humusgehalts im Oberboden

¹Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE); Fachbereich Wald und Umwelt; Fachgebiet Bodenkunde, Waldernährung, Standortkunde; Alfred-Möller-Str.1, 16225 Eberswalde, wriek@hnee.de

²Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE), Eberswalde

³Landesamt für Geologie Sachsen-Anhalt (LAGB), Halle

(KA5) in die Schätzung der bodenphysikalischen Zielgrößen mittels Regressionsanalyse ein.

Ergebnisse

Hier werden zwei Varianten der Schätzung der genannten Zielgrößen vorgestellt:

- 1) Schätzung anhand von Kombinationen aus Horizontgruppen, Substrat und Bodenarten-Hauptgruppe (Sand, Lehm, Ton, Schluff);
Unterscheidung folgender Substrate: marinogene, fluvilimnogene, äolische, glazigene sowie periglaziär geprägte Ablagerungen. (Variante „SHG“ in Abb.1)
- 2) Schätzung unter zusätzlicher Berücksichtigung von Humusgehaltsstufe bei Oberbodenhorizonten bzw. TRD-Stufe bei Unterbodenhorizonten (Variante „SHG,HUM,TRD“ in Abb.1);

Schätzwerte exemplarisch in Tab.1 dargestellt. Berücksichtigt werden die substrathorizontspezifische TRD- bzw. Humusgehaltsstufe und jeweils eine weitere darüber sowie darunter liegende Stufe.

Für die Bewertung der Vorhersagegüte werden zusätzlich auch Schätzwerte anhand der etablierten Pedotransferfunktion von Renger et al. (2009) ermittelt. In Abb.1 sind die Vorhersagewerte in Streudiagrammen den Messwerten gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass der auf SHG sowie Humusgehalt- und TRD-Stufen basierende Schätzrahmen zu akzeptablen Vorhersagewerten führt. Für die entsprechenden Schätzwerte ist die Vorhersagegüte ähnlich hoch wie im konventionellen Ansatz, obwohl bei ersterem lediglich die Bodenarten-Hauptgruppe Berücksichtigung findet. Beim konventionellen Ansatz sind hinsichtlich der Schätzung des GPV gewisse Verzerrungen zu erkennen (Abb.1).

Tab. 1: Schätzwerte bodenphysikalischer Kennwerte unter Berücksichtigung von SHG sowie zusätzlich unter Berücksichtigung der Humusgehalts- bzw. TRD-Stufe (Variante „SHG,HUM,TRD“) am Beispiel fluvilimnogener Sandablagerungen; MW (Mittelwert) = substrat-horizontspezifischer Schätzwert bei unbekannter Humusgehaltsstufe

Horizontgruppe	Stufe	TW	FK25	FK18	GPV	nFK18	nFK25	LK18	LK25
AhMBhBs	h1	6	14	25	44	19	8	19	30
	MW	7	16	26	45	19	9	19	29
	h3	10	20	31	49	21	10	18	29
Ap	h1	5	13	20	38	15	8	18	25
	MW	7	17	24	40	17	10	16	23
	h3	9	21	28	43	19	12	15	22
AlAe	h0	4	12	19	39	15	8	20	27
	MW	5	12	20	40	15	7	20	28
	h2	6	15	22	43	16	9	21	28
BvBtC(v)	TRD2	3	9	22	51	19	6	29	42
	MW	4	9	18	42	14	5	24	33
	TRD4	4	9	16	36	12	5	20	27
Cc	TRD2	3	6	21	51	18	3	30	45
	MW	4	8	17	45	13	4	28	37
	TRD4	5	11	10	36	5	6	26	25
GoGrSw	TRD2	7	19	28	51	21	12	23	32
	MW	5	13	21	41	16	8	20	28
	TRD4	4	10	18	36	14	6	18	26
Sd	TRD3	8	22	27	43	19	14	16	21
	MW	9	19	23	36	14	10	13	17
	TRD5	9	16	19	28	10	7	9	12

Die statistische Bewertung der Schätzfunktionen erfolgt anhand des arithmetischen Mittelwerts des Vorhersagefehlers MPE (mean prediction error), der Standardabweichung des Vorhersagefehlers SPE (standard deviation of the prediction error), des Quadratwurzelfehlers RPE (square root of the mean square prediction error) und des Bestimmtheitsmaßes zwischen Vorhersage- und Messwerten (R^2). Die positive Einschätzung des SHG-Ansatzes bei zusätzlicher Berücksichtigung von Humusgehalts- und TRD-Stufen bestätigt sich bei Betrachtung die-

ser statistischen Gütemaße (Tab.2). Die Gegenüberstellung der statistischen Gütemaße zeigt, dass weder der SHG-spezifische noch der klassische Ansatz nach Renger et al. (2009) qualitativ dominiert und somit beide Ansätze nebeneinander ihre methodische Berechtigung haben. Mit Blick auf den Vorhersagefehler liegt der substrat-horizontspezifische Ansatz (Schätzrahmen „SHG,HUM,TRD“) häufig sogar besser als der konventionelle auf Bodenart, TRD und Humusgehalt basierende Ansatz. Das Bestimmtheitsmaß ist beim klassischen Ansatz nach

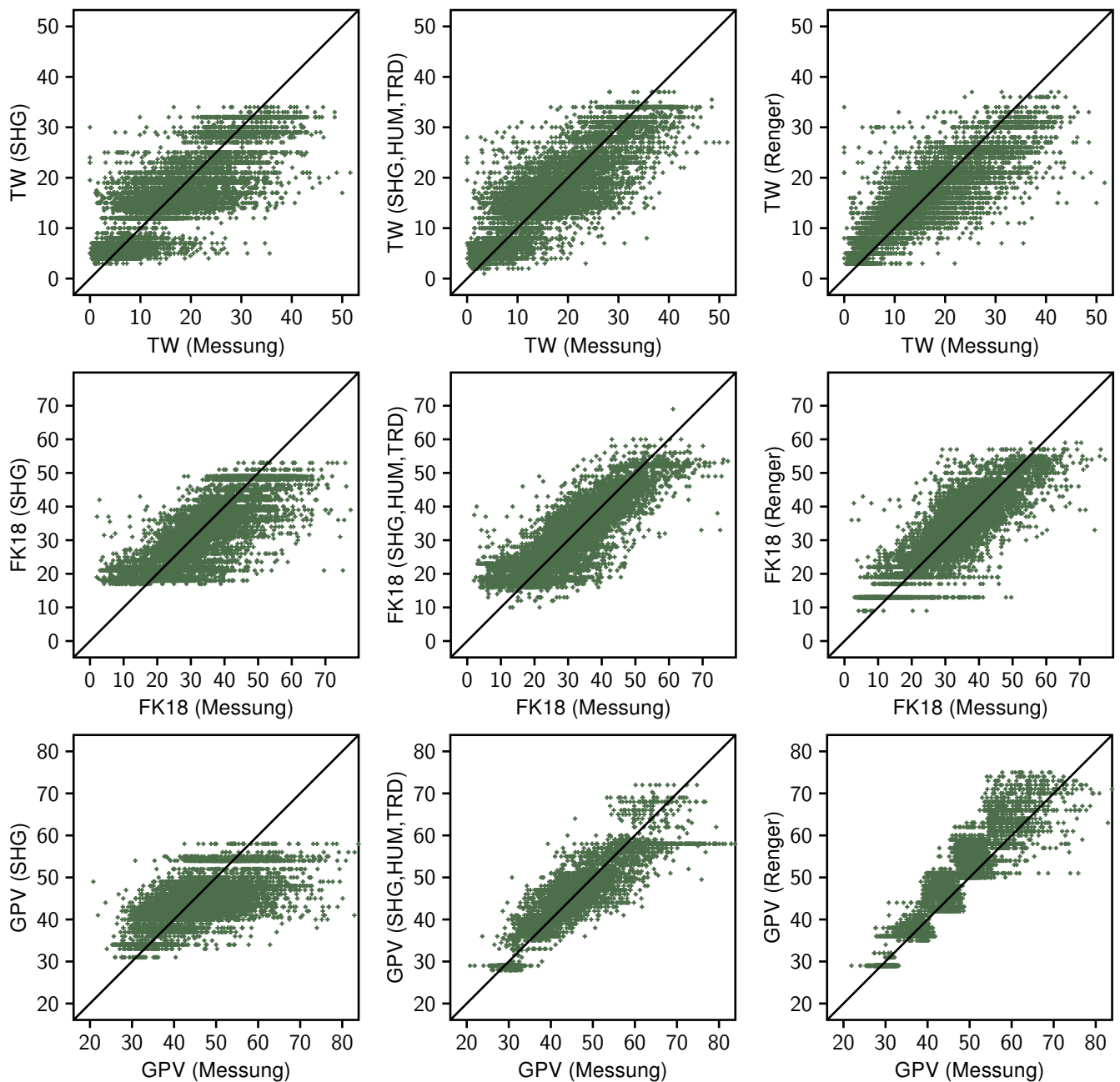


Abb. 1: Streudiagramme von gemessenem und geschätztem Wassergehalt bei pF1.8, Totwassergehalt und Gesamtporenvolumen (Angaben in Vol.-%) unter Verwendung von Substrat-Horizontgruppen (SHG), bei zusätzlicher Berücksichtigung von Humusgehalt und TRD (SHG,HUM,TRD) sowie nach Renger et al. (2009)

Tab. 2: Statistische Gütemaße der Schätzrahmen für alle Bodenarten sowie Bodenarten-Hauptgruppen (Lehm, Sand, Ton, Schluff)

Zielgröße		n	Renger et al. (2009)				SHG				SHG,TRD,HUM			
			MPE	SPE	RPE	R ²	MPE	SPE	RPE	R ²	MPE	SPE	RPE	R ²
alle	GPV	10564	1,56	3,82	4,12	0,84	-0,87	6,13	6,20	0,40	-0,08	3,62	3,62	0,79
	WG18	10489	0,29	5,81	5,82	0,67	-0,61	6,67	6,70	0,57	-0,05	5,62	5,62	0,69
	WG42	10310	0,46	4,98	5,00	0,69	-0,12	5,39	5,39	0,63	0,21	5,03	5,04	0,68
Lehm	GPV	2499	1,19	3,57	3,77	0,88	-1,00	6,44	6,52	0,43	0,02	3,57	3,56	0,83
	WG18	2487	-0,08	5,24	5,23	0,53	-0,82	6,51	6,56	0,27	-0,01	4,98	4,98	0,57
	WG42	2465	-0,53	5,18	5,20	0,41	-0,36	6,19	6,20	0,11	0,18	5,68	5,68	0,25
Sand	GPV	2397	0,79	3,39	3,48	0,77	-0,58	5,91	5,94	0,16	-0,05	3,54	3,54	0,70
	WG18	2379	-0,14	7,27	7,27	0,43	-0,68	9,08	9,10	0,11	0,22	8,27	8,27	0,27
	WG42	2369	1,02	3,44	3,59	0,42	-0,05	4,30	4,30	0,10	0,25	3,88	3,89	0,27
Ton	GPV	1749	1,75	4,10	4,46	0,82	-1,08	6,87	6,96	0,33	-0,53	4,01	4,04	0,77
	WG18	1729	0,40	5,99	6,00	0,51	-0,60	6,67	6,70	0,39	-0,43	5,26	5,28	0,63
	WG42	1723	-0,84	6,12	6,18	0,31	-0,31	6,05	6,06	0,32	-0,02	5,67	5,67	0,41
Schluff	GPV	3919	2,19	3,97	4,53	0,79	-0,88	5,69	5,76	0,24	0,03	3,51	3,51	0,71
	WG18	3894	0,72	4,99	5,05	0,18	-0,43	4,77	4,78	0,15	-0,08	3,90	3,90	0,43
	WG42	3753	1,35	4,84	5,02	0,25	0,09	5,11	5,11	0,16	0,30	4,90	4,91	0,23

Renger et al. (2009) zwar häufig etwas höher, doch treten hier insgesamt größere systematische Abweichungen (vgl. MPE) als bei den SHG-bezogenen Schätzverfahren auf.

Schlussfolgerungen

Die Studie bestätigt anhand eines qualitätsgeprüften aktuellen Datensatzes die von Vetterlein (1986) und Riek et al. (1995) formulierte Beobachtung, dass bodenphysikalische Kenngrößen durch die Art des Ausgangsgesteins vorbestimmt und von der Pedogenese zusätzlich überprägt werden. Basierend auf den SHG wurde ein handhabbarer Schätzrahmen für den Einsatz in der Praxis geschaffen.

Schwerpunkte künftiger Anwendungen können u.a. in der Ableitung bodenhydrologischer Themenkarten, Wasserhaushaltmodellierung sowie der Schätzung bodenphysikalischer Kenngrößen aus den Legendeninhalten bodenkundlicher und geowissenschaftlicher Karten liegen. Das ausführliche Tabellenwerk soll durch eine zeitnahe Veröffentlichung die praktische Anwendung ermöglichen.

Literatur

- Dehner, U., Renger, M., Bräunig, A., Lamparter, A., Bauriegel, A., Burbaum, B., Hartmann, K.J., Hennings, V., Idler, F., Krone, F., Martin, W., Meyer, K., Waldmann, F. (2015): Neue Kennwerte für die Wasserbindung in Böden – Ergebnisse der Abstimmung zwischen dem Personenkreis Wasserhaushaltstabellen der Ad-hoc-AG Boden und dem DWA.
- Renger, M., Böhne, K., Facklam, M., Harrach, T., Riek, W., Schäfer, W., Wessolek, G., Zacharias, S. (2009): Ergebnisse und Vorschläge der DBG-Arbeitsgruppe „Kennwerte des Bodengefüges“ zur Schätzung bodenphysikalischer Kennwerte. *Bodenökologie und Bodengenese* 40: 5-51.
- Riek, W., Wessolek, G., Renger, M., Vetterlein, E. (1995): Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität und Feldkapazität von Substrat-Horizontgruppen – eine statistische Auswertung von Labordatenbanken. – *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.*, 158: 485–491.
- Vetterlein, E. (1986): Bodenphysikalische Parameter auf der Grundlage von Substrat-Horizont-Gruppen. *Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin*, 245, 241-247.